



Propagação in vitro de *Echinocactus grusonii*



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agroindústria Tropical
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
206**

Propagação in vitro de *Echinocactus grusonii*

Diva Correia
Julianna Costa Bernardo

***Embrapa Agroindústria Tropical
Fortaleza, CE
2020***

Unidade responsável pelo conteúdo e edição:

Embrapa Agroindústria Tropical
Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici
CEP 60511-110 Fortaleza, CE
Fone: (85) 3391-7100
Fax: (85) 3391-7109
www.embrapa.br/agroindustria-tropical
www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Agroindústria Tropical

Presidente
Gustavo Adolfo Saavedra Pinto

Secretária-executiva
Celli Rodrigues Muniz

Secretária-administrativa
Eveline de Castro Menezes

Membros
*Marlos Alves Bezerra, Ana Cristina Portugal
Pinto de Carvalho, Deborah dos Santos Garruti,
Dheyne Silva Melo, Ana Iraidy Santa Brígida,
Eliana Sousa Ximendes, Nívia da Silva Dias*

Revisão de texto
José Cesamildo Cruz Magalhães

Normalização bibliográfica
Rita de Cassia Costa Cid

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
José Cesamildo Cruz Magalhães

Fotos da capa
Julianna Costa Bernardo

1ª edição
On-line (2020)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Agroindústria Tropical

Correia, Diva

Propagação in vitro de *Echinocactus grusonii* / Diva Correia, Julianna Costa Bernardo – Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2020.

20 p. : il. ; 16 cm x 22 cm – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Agroindústria Tropical, ISSN 1679-6543; 206).

Publicação disponibilizada on-line no formato PDF.

1. *Echinocactus grusonii*. 2. Multiplicação. 3. Aclimatização. 4. Cactácea. I. Bernardo, Julianna Costa. II. Título. III. Série.

CDD 635.93356

Sumário

Resumo.....4

Abstract.....6

Introdução.....7

Material e Métodos.....10

Resultados e Discussão.....12

Conclusões.....18

Referências.....18

Propagação in vitro de *Echinocactus grusonii*¹

Diva Correia¹

Julianna Costa Bernardo²

Resumo - *Echinocactus grusonii*, conhecido como ‘Cactus cadeira-de-sogra’, é uma espécie endêmica da região central do México que se encontra ameaçada de extinção. Possui ocorrência em locais semidesérticos, apresenta potencial ornamental e os frutos são utilizados na alimentação humana. A reprodução ocorre exclusivamente por sementes, como na maioria dos cactos globulares. Assim, a micropropagação torna-se uma ferramenta importante na produção de mudas e conservação da espécie. O objetivo do estudo foi avaliar a germinação, o crescimento de plântulas in vitro e a micropropagação de *E. grusonii*. O estudo foi conduzido em meio de cultura JADS. Procedeu-se à sementeira, e a germinação foi observada por 45 dias. O crescimento inicial das plântulas foi avaliado aos 150 dias após a sementeira. Cladódios de plântulas foram seccionados transversalmente originando dois tipos de explantes (apical e basal) e utilizados na multiplicação de brotos. A multiplicação de brotos foi avaliada aos 60, 90, 120 e 240 dias. A aclimatização de mudas micropropagadas foi realizada com explantes apicais em três substratos comerciais, avaliando-se a sobrevivência aos 30 dias após o plantio. Os dados obtidos em todas as etapas foram submetidos à análise descritiva. A germinação é considerada eficiente. Somente explantes basais apresentam potencial para a multiplicação de brotos. O crescimento dos explantes apicais permite o seu uso como fonte de explantes e/ou

¹ Bióloga, doutora em Recursos Florestais, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE

² Graduanda em Agronomia, estagiária da Embrapa Agroindústria Tropical, Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Fortaleza, CE

transferência para a aclimatização. Plantas micropropagadas oriundas de explantes apicais apresentam 100% de sobrevivência em todos os substratos comerciais testados.

Termos para indexação: cacto cadeira-de-sogra, multiplicação, aclimatização.

In vitro Propagation of *Echinocactus grusonii*

Abstract - *Echinocactus grusonii*, known as 'mother-in-law cactus chair', is an endemic species in central Mexico and endangered. Occurs in semi-desert locations. It has a high ornamental potential and the fruits are used for human consumption. Reproduction is exclusively by seeds like most globular cacti. Thus, micropropagation becomes an important tool for the production of seedlings as for the conservation of the species. The aim of this study was to evaluate in vitro germination, seedling growth and micropropagation of *E. grusonii*. The study was conducted on JADS culture medium. Sowing was performed and germination was evaluated during 45 days. Initial seedling growth was carried at 150 days after sowing. Seedling cladodes were cross-sectioned, resulting in two types of explants: apical and basal and used in the shoots multiplication. The shoots multiplication was evaluated at 60, 90, 120 and 240 days. The acclimatization of micropropagated plants was performed with apical explants on three commercial substrates and survival at 30 days after planting was evaluated. Data obtained in all stages were submitted to descriptive analysis. In vitro germination was satisfactory. Only basal explants have potential for bud multiplication. The growth and development of apical explants allows their use as a source of explants and/or transferred to acclimatization. Micropropagated plants from apical explants showed 100% survival on all commercial substrates tested.

Index terms: golden ball cactus, multiplication, acclimatization.

Introdução

A família Cactaceae é formada por cerca de 124 gêneros (Hunt et al., 2006) e 1.478 espécies (Goettsch et al., 2015). Ocorrem no continente americano, exceto a espécie *Rhipsalis bacífera*, que é encontrada também na África e Ásia (Nobel, 2002; Silva et al., 2011). São plantas utilizadas para diferentes finalidades: ornamental, alimento animal e humano, medicinal, fabricação de cosméticos e produtos de higiene, místico-religioso, adsorvente de gasolina, conservação da biodiversidade (Silva, 2015), antioxidante e antibiofilme (Martins et al., 2019).

Dentre os gêneros dessa família, destaca-se o *Echinocactus*, constituído por seis espécies: *E. horzonthalonius*, *E. texensis*, *E. polycephalus*, *E. platyacanthus*, *E. parryi* e *E. grusonii*. Entre as espécies, o *Echinocactus grusonii* (Figura 1) é conhecido popularmente como ‘Cactus cadeira-de-sogra’ e ‘Golden ball’. Caracteriza-se pelo cladódio com formato globular,

Foto: Julianna Costa Bernardo



Figura 1. Acessos de *Echinocactus grusonii* mantidos na coleção de cactáceas da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE.

eventualmente cilíndrico, de cor verde-clara e cefálio amarelado, com presença de espinhos que variam de coloração amarelo a castanho, em função do estágio de desenvolvimento, e flores amarelas (Bravo-Hollis; Sánchez-Mejorada, 1991). São plantas com desenvolvimento lento e ciclo de vida longo (Lopez, 2008). Essa cactácea apresenta alto potencial ornamental e seus frutos são utilizados na alimentação humana (Martínez et al., 2013).

E. grusonii é uma espécie endêmica da região central do México, com distribuição restrita nos estados de Querétaro e Hidalgo, ocorrendo em locais semidesérticos, entre rochas vulcânicas ou solos calcários de inclinações médias a íngremes e clima semiárido (González, 2006; Martínez, 2013).

Encontra-se ameaçado de extinção devido ao seu endemismo, às coletas exploratórias e à destruição do hábitat (González, 2006; Goettsch et al., 2015). No México, a produção e a comercialização de mudas, bem como o desenvolvimento de programas de educação ambiental para promover a conservação da espécie, têm sido realizados por viveiros ligados ao Jardim Botânico da cidade de Querétaro (Martínez et al., 2013). No Brasil, mudas dessa espécie exótica são produzidas em viveiros especializados na produção e comercialização de suculentas, como o Cactário Horst, em Imigrante (RS) (Horst, 2019), Botânica Pop, em Maricá (RJ) (Nahoum; Nahoum, 2019) e o cactário Cactus e Suculentas do Sertão, em Pombal (PB) (Menezes; Thomé, 2019) (Figura 2). Esses viveiros possuem plantas matrizes que fornecem sementes para a produção de mudas.

Fotos: José Luiz Mosca

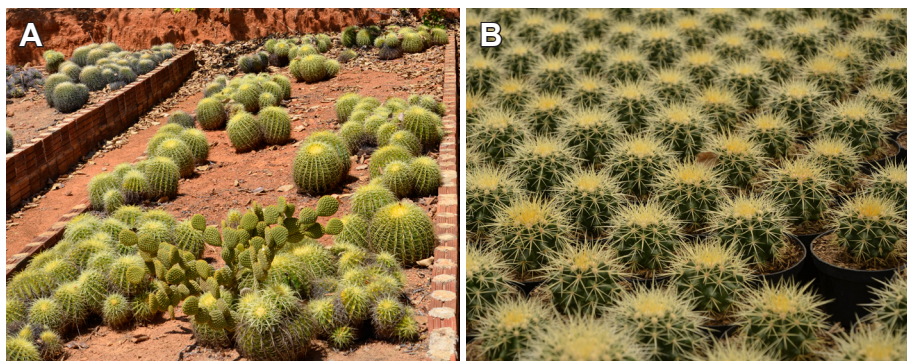


Figura 2. Cactário “Cactus e Suculentas do Sertão”, Pombal, PB. (A) Plantas matrizes e (B) produção de mudas via sementes, 2014.

A reprodução do gênero *Echinocactus* é feita exclusivamente por sementes, como a maioria de outros cactos globulares dos gêneros *Melocactus*, *Discocactus* e *Uebelmannia* (Paula; Ribeiro, 2004). Segundo Taylor (1991), espécies de cactos com formato globular dificilmente emitem brotos, fazendo com que a formação de brotos ocorra somente em função de danos físicos no cladódio. Nesse sentido, a micropropagação poderia ser uma alternativa para a multiplicação dessas plantas a partir de material juvenil e adulto. Essa tecnologia permite maior oferta de mudas clonadas para a demanda do setor ornamental, além do uso em projetos de conservação da biodiversidade.

Alguns estudos relacionados com a propagação in vitro de *Melocactus* obtiveram a regeneração de brotos a partir de cladódios juvenis e seccionados de forma transversal e/ou longitudinal (Correia et al., 2012; Souza et al., 2012; Torres-Silva et al., 2018). A prática de seccionar cladódios a partir de material juvenil também favoreceu o crescimento e desenvolvimento in vitro de brotos em *E. grusonii* utilizando-se cortes longitudinais em cladódios com dois a três meses de cultivo (González, 2006), e cortes verticais e longitudinais em cladódios com três e seis meses de cultivo (Chamblé et al., 2007). Ambos os estudos foram conduzidos no meio de cultura MS com suplementação de reguladores de crescimento.

González (2006) adicionou ao meio 1, 2 e 3 mg L⁻¹ das citocininas K (Cinetina), BA (Benzilaminopurina) e 2iP (Isopenteniladenina). O estudo mostrou que, no tratamento controle, sem citocinina, 75% dos explantes formaram brotos, 100% desses brotos apresentaram crescimento e desenvolvimento normais, com média de 1,19 brotos por explante. Além disso, evidenciou que as citocininas favoreceram a formação de brotos, em que BA foi a mais favorável às respostas morfogênicas, com médias entre 4,37 e 7,32 brotos por explante. Todavia, 39,6% a 61% desses brotos apresentaram crescimento e desenvolvimento com anormalidades. Diante disso, o autor recomendou o uso de 2 mg L⁻¹ de 2iP devido ao resultado alcançado de três brotos por explante, 90% dos explantes formando brotos e 98% de brotos com crescimento e desenvolvimento normais.

Já Chamblé et al. (2007) concluíram que o uso de explante com corte longitudinal, obtido de cladódio com seis meses de cultivo in vitro e cultivado em meio suplementado com 2,5 mg L⁻¹ BA + 0,5 mg L⁻¹ AIA (Ácido indol-

3-acético), favoreceu a melhor resposta morfogênética para formação de brotos, com média de três brotos por explante.

Nesse sentido, o objetivo do estudo foi avaliar a germinação, o crescimento de plântulas *in vitro* e a micropropagação de *E. grusonii*.

Material e Métodos

O estudo foi realizado no Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais da Embrapa Agroindústria Tropical, localizado em Fortaleza, Ceará.

As sementes foram extraídas de um fruto de *E. grusonii* coletado de uma planta mantida na Coleção de Cactáceas da Embrapa Agroindústria Tropical. Posteriormente, foram lavadas em água corrente e secadas à sombra sobre papel-filtro, em temperatura ambiente, durante 2 dias (Figura 3).

Fotos: Diva Correia

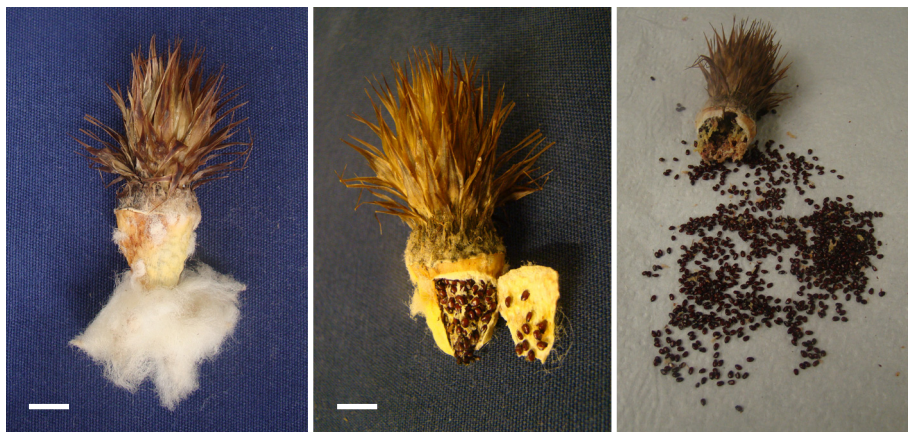


Figura 3. Fruto e sementes de *Echinocactus grusonii*. Barras = 1,0 cm.

A desinfestação das sementes foi realizada em solução de hipoclorito de sódio comercial contendo 2% de cloro ativo com adição de 2 gotas de Tween® 20 para cada 100 mL de solução durante 20 minutos, de acordo com a metodologia descrita por Correia et al. (2011).

Logo após, procedeu-se à semeadura *in vitro* em meio de cultura JADS (Correia et al., 1995) suplementado com 30 g L⁻¹ de sacarose e 1,8 g L⁻¹

de agente solidificante Gelzan®, previamente esterilizado em autoclave sob temperatura de 121 °C durante 15 minutos. Foram utilizados frascos com capacidade de 250 mL, vedados com tampa de polipropileno transparente. Em cada frasco, contendo 30 mL de meio de cultura, foram semeadas de oito a dez sementes de *E. grusonii*, totalizando 195 sementes. Os frascos foram mantidos em câmara de crescimento com fotoperíodo de 12 horas, radiação ativa fotossintética de $30 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e temperatura de 27 ± 2 °C.

Com base na amostra de 195 sementes inoculadas, foram feitas avaliações diárias de contaminação e de número de sementes germinadas durante 45 dias. Após esse período, obteve-se a porcentagem de sementes germinadas, calculou-se o índice de velocidade de germinação (IVG), adotando a metodologia recomendada por Maguire (1962), e o tempo médio de germinação (TMG), estimado segundo Edmond e Drapala (1958). As sementes que apresentaram a emergência da radícula foram consideradas germinadas.

Aos 120 dias após a inoculação, as plântulas foram transferidas para meio de cultura JADS. Em cada frasco, idêntico ao utilizado para a semeadura, contendo 40 mL de meio, foram colocadas quatro plântulas, formando uma amostra com 34 frascos e 136 plântulas no total. Aos 150 dias após a transferência, foram retiradas aleatoriamente 18 plântulas para a avaliação do crescimento inicial, mensurando-se as variáveis: altura e diâmetro do cladódio, diâmetro do colo do cladódio e comprimento da maior raiz (Figuras 4A e 4B). Os dados foram submetidos à análise descritiva. O restante do material foi utilizado como fonte de explante (Figura 4A) para a fase seguinte de multiplicação de brotos in vitro.

Plântulas aos 150 dias após a transferência, com valores médios de 3,5 cm de altura do cladódio e 0,94 cm de diâmetro do cladódio, foram utilizadas como fontes de explantes para a fase de multiplicação de brotos (Figuras 4A e 4B). As raízes das plântulas foram retiradas e fez-se um corte transversal na metade do cladódio, originando dois tipos de explantes: apical e basal (Figuras 4C e 4D). Em frasco contendo 40 mL de meio de cultura JADS, colocou-se um explante apical e um basal, formando uma amostra de 118 explantes. Para cada tipo de explante, foram avaliados o número de brotos desenvolvidos e a porcentagem de enraizamento aos 60, 100, 140 e 240 dias de cultivo. Aos 240 dias, também foi avaliado o número total de

brotos com comprimento dos cladódios nos seguintes intervalos em cm: até 0,5; >0,5 a ≤ 1,0; >1,0 a ≤ 1,5; >1,5 a ≤ 2,0 e >2,0 a ≤ 2,5. Os dados foram submetidos à análise descritiva.

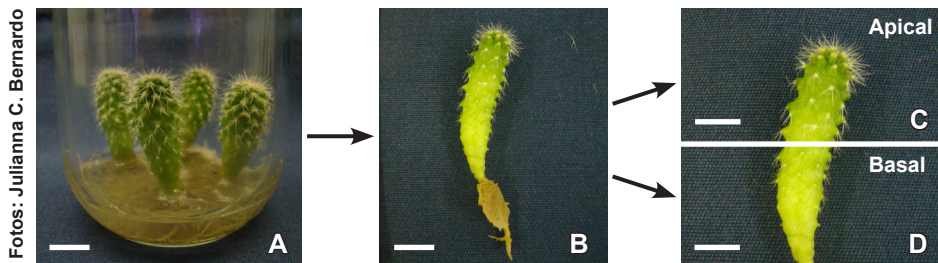


Figura 4. Plântulas de *Echinocactus grusonii* com 270 dias após semeadura in vitro (A); plântula inteira (B); explante apical (C); explante basal (D). Barras = 1 cm.

A aclimatização foi conduzida com plantas oriundas de explantes apicais da fase de multiplicação in vitro que apresentavam altura e diâmetro do cladódio em torno de 4,5 cm e 1,4 cm, respectivamente. Foram utilizadas bandejas com 140 células (100 cm³/célula) e três substratos comerciais: Hortaliças Turfa Fértil®, Misto TECNOMAX® e TNMIX Carolina Souil®, com a transferência de 25 plantas por substrato. A sobrevivência das plantas micropropagadas foi avaliada aos 30 dias após o plantio.

Resultados e Discussão

Germinação in vitro

Não foi verificada contaminação em até 45 dias após a inoculação, o que indica a eficácia quanto ao processo de desinfestação utilizado. Na Figura 5, pode-se observar que o início da germinação ocorreu no quinto dia após a semeadura, enquanto a máxima germinação foi verificada no 16º dia, reduzindo-se sensivelmente até o 45º dia após a inoculação. No final do período de avaliação, foram observadas 70% das sementes germinadas em meio de cultura JADS, considerado um meio de concentração iônica total média (Correia et al., 2017).

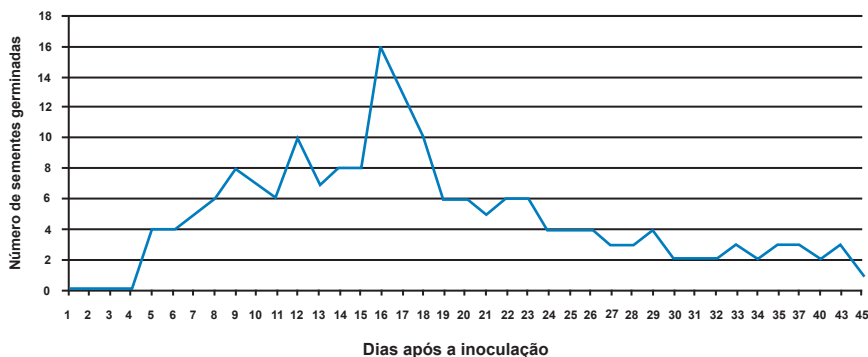


Figura 5. Germinação de sementes de *Echinocactus grusonii* em meio de cultura JADS durante 45 dias após a inoculação in vitro.

Resultado superior foi alcançado por González (2006) ao realizar a germinação de sementes de *E. grusonii*, previamente escarificadas em ácido sulfúrico concentrado, em meio de cultura MS (MS 50% + Agar + Água), em que o início da germinação ocorreu no sexto dia e o máximo de germinação (95%) foi alcançado no 19º dia após a semeadura in vitro. Essa resposta pode ser explicada pela redução dos nutrientes minerais do meio MS, tornando-o um meio de concentração iônica média (Correia et al., 2017), atrelado, principalmente, ao processo prévio de escarificação química das sementes.

O índice de velocidade de germinação (IVG) para *E. grusonii* foi de 5,4 dias. Resultado semelhante foi encontrado por Correia et al. (2018) ao avaliar a germinação de sementes de *Melocactus zehntneri* em meio de cultura JADS, que apresentou IVG de 5,9 dias.

O tempo médio de germinação (TMG) de *E. grusonii* foi de 18,5 dias. Correia et al. (2018) obtiveram valores de TMG entre 9,1 e 13,6 dias ao avaliar a germinação de sementes de diferentes espécies de *Melocactus*, também em meio de cultura JADS. Dias (2008) observou que o acréscimo da citocinina (BA) ao meio de cultura MS favoreceu o aumento do TMG em sementes de *Arrojadoa* spp. Alguns estudos evidenciaram que o tempo de germinação das sementes de cactos varia em função da espécie, do período de armazenamento e do uso de processos de quebra de dormência de sementes, como a escarificação (González, 2006), visto que espécies como *M. azureus* podem apresentar dormência primária (Paula; Ribeiro, 2004; Bárbara et al., 2015; Correia et al., 2018).

Crescimento das plântulas

Aos 270 dias após a semeadura, o crescimento adequado das plântulas em meio de cultura JADS possibilitou sua transferência para a aclimatização em telados, bem como para fornecimento de explantes, estabelecidos por corte transversal na região mediana do cladódio, e uso na fase de multiplicação de brotos in vitro (Tabela 1). González (2006) obteve plântulas de *E. grusonii* com altura de cladódios reduzidos, entre 1,0 e 1,5 cm, cultivadas entre 60 e 90 dias em meio de cultura MS (MS 50% + Agar + Água) para serem utilizadas como fontes de explantes. Os cladódios dessas plantas foram submetidos a corte longitudinal no sentido ápice-base.

Tabela 1. Crescimento inicial das plântulas de *Echinocactus grusonii* em meio de cultura JADS aos 270 dias após a semeadura in vitro.

Altura do cladódio (cm)	Diâmetro do cladódio (cm)	Diâmetro do colo do cladódio (mm)	Comprimento da maior raiz (cm)
3,57 ± 0,39	0,94 ± 0,14	2,88 ± 0,74	3,29 ± 0,84

n = 18; ± desvio padrão da média.

Multiplicação de brotos in vitro

Pode-se observar na Tabela 2 e na Figura 6 que a formação de brotos somente ocorreu em explantes basais cultivados em meio de cultura JADS, sem nenhuma adição de reguladores de crescimento. O procedimento de seccionamento do cladódio, formando dois tipos de explantes, um apical e outro basal, rompeu o fluxo hormonal de auxina/citocinina no sentido ápice-base, contribuindo para o acúmulo de citocinina na região basal, favorecendo o crescimento e desenvolvimento de gemas laterais e a produção de brotos em explantes basais. Enquanto isso, os explantes apicais mantiveram o efeito da dominância apical devido à ação da auxina produzida no ápice do explante (Taiz; Zeiger, 2004). Respostas similares foram observadas em outros estudos de multiplicação de brotos de espécies do gênero *Melocactus*, em que foram utilizados como explantes cladódios submetidos a diferentes tipos de cortes (Correia et al., 2012; Souza et al., 2012; Torres-Silva et al., 2018) e de outras cactáceas, como *Cereus jamacaru*, *Harrisia adscendens*, *Hylocereus polyrhizus*, *Pereskia grandifolia*, *Pilosocereus chrysostele* e *Pilosocereus gounellei* (Correia et al., 2017).

Tabela 2. Valores médios do número de brotos e percentual de enraizamento em explantes de origens apical e basal de *Echinocactus grusonii*, cultivados em meio de cultura JADS, em função do tempo.

Dias	Tipo de explante			
	Apical		Basal	
	Broto (nº)	Raízes (%)	Broto (nº)	Raízes (%)
60	0	100	2,67 ± 2,11	90
100	0	100	3,47 ± 1,86	95
140	0	100	3,66 ± 1,92	96
240	0	100	3,74 ± 1,89	100

n = 118; ± desvio padrão da média.

Fotos: Julianna Costa Bernardo

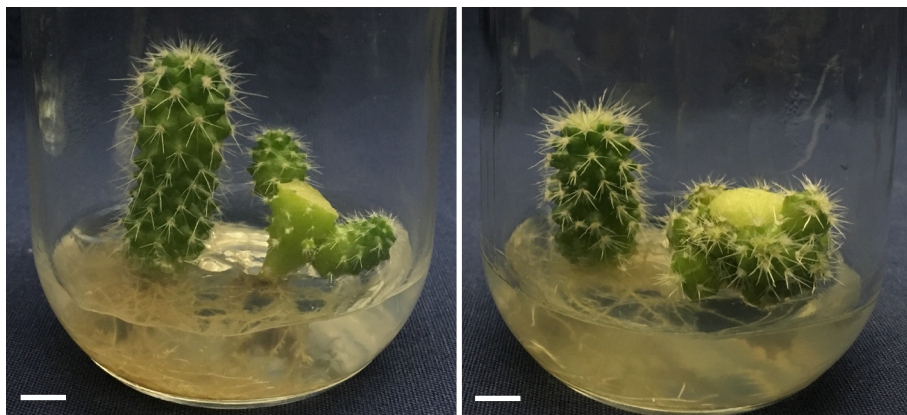


Figura 6. Multiplicação de brotos em explantes de origem apical e basal de *Echinocactus grusonii* em meio de cultura JADS aos 240 dias de cultivo. Barras = 1 cm.

Na Tabela 2, verifica-se que as médias para números de brotos formados em explantes basais aumentaram em função do tempo de cultivo em meio JADS. Aos 60 dias de cultivo, a média alcançada para o número de brotos por explante seccionado transversalmente foi superior ao resultado obtido por González (2006), de 1,17 brotos por explante, estabelecido por corte longitudinal do cladódio. Além disso, a melhor resposta morfológica para a formação de brotos em explantes seccionados longitudinalmente, também citada por González (2006), obtida aos 60 dias, e por Chamblé et al. (2007),

obtida aos 120 dias, fazendo uso de reguladores de crescimento 2iP (2 mg L^{-1}) e BA ($2, 5 \text{ mg L}^{-1}$) + AIA ($0,5 \text{ mg L}^{-1}$), respectivamente para ambos os trabalhos, a média alcançada foi de 3,0 brotos por explante, valor inferior ao resultado apresentado já aos 100 dias neste estudo. Ademais, González (2006) também evidenciou que a suplementação das citocininas K, BA e 2iP em meio MS, dependendo da concentração, influencia no crescimento e desenvolvimento de brotos, sendo o BA aquele de maior efeito em todas as doses testadas, atingindo 61% de brotos com crescimento e desenvolvimento anormais. Em nosso estudo, o crescimento e desenvolvimento dos brotos de *E. grusonii* formados foram considerados normais, evidenciando a capacidade nutricional do meio de cultura JADS na manutenção das plântulas com qualidade em até 240 dias de cultivo, além da redução do custo do processo (Figura 6).

A formação de raízes foi observada em ambos os tipos de explantes, sendo na sua totalidade em explantes apicais, já aos 60 dias de cultivo, enquanto em explantes basais a porcentagem total de enraizamento foi alcançada apenas aos 240 dias de cultivo (Tabela 2 e Figura 6).

Observa-se na Tabela 3 que em 240 dias de cultivo, na fase de multiplicação, a maior quantidade de brotos formada apresentou-se com tamanho de até 1,5 cm, enquanto a menor quantidade ficou na faixa de $>1,5 \text{ cm a } \leq 2,5 \text{ cm}$. Para a micropropagação de *E. grusonii*, brotos de 0,5 cm até 2,0 cm de comprimento podem ser excisados do explante e utilizados na etapa seguinte de alongamento de brotos; já brotos acima de 2,0 cm podem ser utilizados como fonte de explantes para reiniciar uma nova etapa de multiplicação de brotos, ou seguir para a etapa de enraizamento in vitro, finalizando o processo de micropropagação.

Tabela 3. Número total de brotos formados em explantes basais de *Echinocactus grusonii*, por intervalos de comprimento, cultivados em meio de cultura JADS em 240 dias, na fase de multiplicação de brotos.

Até 0,5 cm	$>0,5 \text{ a } \leq 1,0 \text{ cm}$	$>1,0 \text{ a } \leq 1,5 \text{ cm}$	$>1,5 \text{ a } \leq 2,0 \text{ cm}$	$>2,0 \text{ a } \leq 2,5 \text{ cm}$
153	117	119	38	11

Na Tabela 4, verifica-se que explantes apicais cultivados durante 240 dias em meio de cultura JADS apresentaram desenvolvimento adequado da parte aérea e de raízes, prosseguindo para a fase de aclimatização em

viveiros. Entretanto, também podem ser utilizados como alternativa para o estabelecimento de novos explantes, fazendo-se uso de seccionamentos dos cladódios.

Tabela 4. Crescimento de explantes apicais de *Echinocactus grusonii* cultivados em meio de cultura JADS em 240 dias de cultivo.

Altura do cladódio (cm)	Diâmetro do cladódio (cm)	Diâmetro do colo do cladódio (mm)	Comprimento da maior raiz (cm)
4,55 ± 0,48	1,38 ± 0,21	0,72 ± 0,30	3,58 ± 1,17

n = 75; ± desvio padrão da média.

Aclimatização

Aos 30 dias após o plantio em bandejas, a taxa de sobrevivência de plantas micropropagadas de *E. grusonii* foi de 100% para todos os substratos comerciais testados (Figura 7). Resultado similar foi alcançado por González (2006) utilizando plantas enraizadas in vitro. Para brotos enraizados ex vitro, a taxa de sobrevivência reduziu-se para 83%.



Foto: Julianna Costa Bernardo

Figura 7. Aclimatização de mudas micropropagadas de *Echinocactus grusonii* aos 30 dias após o plantio em bandejas mantidas em telado.

Conclusões

A germinação de sementes de *Echinocactus grusonii* in vitro ocorre de forma satisfatória, sendo uma alternativa para a produção de mudas por viveiristas ou para servir como fonte de material visando iniciar a micropropagação.

Explantos basais de *Echinocactus grusonii* apresentam potencial para a formação de brotos in vitro.

Explantos apicais de *Echinocactus grusonii* apresentam crescimento e desenvolvimento in vitro adequados para a formação de mudas e para serem utilizados como nova fonte de explante, tendo o cladódio seccionado.

Plantas micropropagadas oriundas de explantes apicais podem ser aclimatizadas nos substratos comerciais Hortaliças Turfa Fértil®, Misto TECNOMAX® e TNMIX Carolina Souil®.

Referências

- BÁRBARA, E. P. S.; SILVA, A. A.; SOUZA, M. M. O. R.; GURGEL, Z. E. R.; MARCHI, M. N. G.; BELLINTANI, M. C. Germinação e criopreservação de sementes de cactos nativos da Bahia. **Gaia Scientia**, João Pessoa. v. 9, n. 2, p. 91-96, 2015.
- BRAVO-HOLLIS, H.; SÁNCHEZ-MEJORADA, H. **Las cactáceas de México**. México, D. F.: UNAM. 1991. v. 3, 643 p.
- CHABLÉ, F. M.; ALVARADO, E. B.; ROMERO, J. A. R.; RANGEL, J. A. L.; MORÁN, N. V.; COVARRUBIAS, P.; RAMÍREZ, J. G. P. Regeneración in vitro de *Echinocactus grusonii* Hilmann. In: CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA, 2007, 12., Morelia. **Resumos...** Morelia, [s.n.], 2007.
- CORREIA, D.; GONÇALVES, A. N.; COUTO, H. Y. Z.; RIBEIRO, M. C. Efeito do meio de cultura líquido e sólido no crescimento e desenvolvimento de gemas de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* na multiplicação in vitro. **IPEF**, Piracicaba, v. 48/49, p. 107-116, 1995.
- CORREIA, D.; NASCIMENTO, E. H. S.; ANSELMO, G. C.; SILVA JÚNIOR, J. M. T.; MORAIS, J. P. S. **Tipo de corte em caule juvenil de coroa-de-frade para formação de brotos in vitro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2012. 6 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado técnico 188). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/135010/1/COT12007.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2019.

- CORREIA, D.; NASCIMENTO, E. H. S.; SANTIAGO, L. G.; GOMES FILHO, A. A. H. G.; MORAIS, J. P. S. **Germinação in vitro de sementes de coroa-de-frade (*Melocactus* sp.)**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2018, 20 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 172). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/185148/1/BPD18021.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2019.
- CORREIA, D.; NASCIMENTO, E. H. S.; ARAÚJO, J. D. M.; ANSELMO, G. C.; COELHO, P. J. A. **Germinação de sementes de cactáceas in vitro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2011. 6 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado técnico, 181). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/55343/1/COT11017.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2019.
- CORREIA, D.; NASCIMENTO, E. H. S.; SILVA, M. K. N.; SANTIAGO, L. G. Cactácea. In: PASCOAL, M.; CHAGAS, E. A. (Org.). **Cultura de tecidos de espécies ornamentais**. Boa Vista. Editora da UFRR, 2017. p. 80-116.
- DIAS, M. M.; NIETSCH, S.; PEREIRA, M. C. T.; MATRANGOLO, C. A. R.; Emergência e desenvolvimento da cactácea rabo-de-raposa (*Arrojadoa* spp.) em diferentes meios de cultura e recipientes. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 2, p. 117-123, 2008.
- EDMOND, J. B.; DRAPALA, W. J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seed. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Geneva, v. 2, n. 71, p. 428-434, 1958.
- GOETTSCHE, B.; HILTON-TAYLOR, C.; GASTON, K. J. High proportion of cactus species threatened with extinction. **Nature Plants**, London, v. 142, p. 1-7, 2015.
- GONZÁLEZ, R. M. **Propagacion in vitro de *Echinocactus grusonii* Hild., (Cactaceae), especie en peligro de extincion**, 2006. 86 f. Monografia (Graduação em Biologia, Pachuca de Soto) - Universidad Autonoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Hidalgo.
- HORST, L. **Cactário Horst**. 2019. Disponível em: <<https://followthecolours.com.br/traveluv/cactario-horst/>>. Acesso em: 13 dez. 2019.
- HUNT, D.; TAYLOR, N. P.; CHARLES, G. (Ed.). **The new cactus lexicon**. Milbourn Port: DH Books, 2006. v. 2, p. 526.
- LOPEZ, V. H. I. **Crecimiento de plantulas de Biznaga (*Echinocactus grusonii* Hildman) con diferentes substrates y soluciones nutritivas**, 2008. 60 f. Monografia (Graduação em Ingeniería Forestal) – Universidad Autonoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Hidalgo.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination - aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, Madison, n. 2, p. 176-177, 1962.

MARTÍNEZ, J. G.; SANCHEZ, E.; HINOSTROSA, C. G. *Echinocactus grusonii*. **The IUCN Red List of Threatened Species** 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T40962A2947851.en>>. Acesso em: 10 dez. 2019.

MARTINS, V. G. Q. A.; MELO, L. F.; SILVA, L. M. P.; LIMA, T. R. T.; QUEIROZ, M. F.; VIANA, R. L. S.; ZUCOLOTO, S. M.; ANDRADE, V. S.; ROCHA, H. A. O. R.; SCORTECCI, K. C. In vitro antioxidant, anti-biofilm, and solar protection activities of *Melocactus zehntneri* (Britton & Rose) Pulp Extract, **Antioxidants**, Switzerland, v. 8, n. 439, p. 15-30, 2019.

MENEZES, A.; THOMÉ, F. **Cactário cactus e suculentas do Sertão**, 2019. Disponível em: <<http://cactusesuculentasdaparaiba.blogspot.com/>>. Acesso em: 20 dez. 2019.

NAHOUM; NAHOUM. **Botânica Pop**. 2019. Disponível em <<https://br.pinterest.com/botanicapop/>>. Acesso em: 13 dez. 2019.

NOBEL, P. S. **Cacti: biology and uses**. Berkeley: University of California Press, 2002. 290 p.

PAULA, C. C.; RIBEIRO, O. B. C. **Cultivo prático de cactáceas**, Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 94 p.

SILVA, S. R.; ZAPPI, D.; TAYLOR, N.; MACHADO, M. **Plano de ação nacional para a conservação das cactáceas**. Brasília, DF: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio, 2011. 113 p. (Série Espécies Ameaçadas, n. 24).

SILVA, V. A. Diversidade de uso das cactáceas no Nordeste do Brasil: uma revisão, **Gaia Scientia**, João Pessoa, v. 9, p. 137-154, 2015.

SOUZA, A. V. V. de; SOUZA, D. D. de; SILVA, N. B. G. da; OLIVEIRA, F. J. V. de. **Produção in vitro de mudas de coroa-de-frade (*Melocactus oreas* Miq.- Cactaceae): uma espécie nativa da caatinga de potencial ornamental**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2012. 29 p. (Embrapa Semiárido. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 94). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/62981/1/Boletim-de-pesquisa-94-2012.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2019.

TAYLOR, N. P. **The genus *Melocactus* in Central and South America**. Kew: Royal Botanic Gardens, 1991. 80 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Arimed, 2004. v. 3, 719 p.

TORRES-SILVA, G.; RESENDE, S. V.; LIMA-BRITO, A.; BEZERRA, H. B.; SANTANA, J. R. F. de; SCHNADELBACH, A. S. In Vitro shoot production, morphological alterations and genetic instability of *Melocactus glaucescens* (Cactaceae), an endangered species endemic to eastern Brazil. **South African Journal of Botany**, n. 115, p. 100-107, 2018.



Agroindústria Tropical



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL